

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The exhaust air reflux path which opened an engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and was prepared, The exhaust air reflux control valve which makes the valve element which was prepared in the middle of this exhaust air reflux path, and was inserted in the annular member by the motor open and close, When it is the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine having the exhaust air reflux control means which controls the opening of said valve element by outputting a control signal to this exhaust air reflux control valve and an engine is suspended The exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine characterized by establishing a halt processing means to move the foreign matter adhering to a valve element in the direction removable [ with said annular member ] where the torque of said motor is usually increased rather than the torque at the time.

[Claim 2] It is the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine according to claim 1 which is in the condition which usually made the drive rate of said stepping motor later than the drive rate at the time, and is characterized by moving said valve element from an open position to a closed position when said halt processing means suspends an engine, using a stepping motor as said motor.

[Claim 3] It is the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by making it stop with predetermined small opening after being in the condition which usually made the drive rate of said stepping motor later than the drive rate at the time and moving said valve element from an open position to a closed position, when said halt processing means suspends an engine, using a stepping motor as said motor.

[Claim 4] It is the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 3 characterized by usually carrying out a close by-pass bulb completely with the drive rate of the stepping motor at the time when an engine restarts during the halt processing to which said halt processing means is moving said valve element from an open position to a closed position, using a stepping motor as said motor.

[Claim 5] Said exhaust air reflux control valve is the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 4 characterized by coming to have housing, the valve element prepared in shaft orientations movable in this housing, the stepping motor made to \*\*\*\* to a valve seat by being prepared in the 1 side of said housing and moving said valve element to shaft orientations, and the approximate circle drill tubed dust cover by which outer fitting was carried out to the periphery side of said valve element by approaching.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine having the exhaust air reflux control valve which makes a valve element open and close by the motor especially about the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine which makes a part of exhaust gas of a flueway flow back to an inhalation-of-air path.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, the exhaust air reflux control unit to lower combustion temperature and for control etc. carry out generating of NOx is prepared for the internal combustion engine of an automobile by returning a part of exhaust gas to an inhalation-of-air path, and adding to gaseous mixture ("exhaust air reflux" is hereafter written as EGR).

[0003] This kind of EGR control unit is equipped with the EGR path which opened between a flueway and inhalation-of-air paths for free passage, and was prepared, and the EGR control valve prepared in the middle of the EGR path, and controls an EGR rate by adjusting whenever [ valve-opening / of an EGR control valve ]. The thing of the mechanical cable type thru/or negative pressure type which makes a valve element open and close as this EGR control valve by carrying out the variation rate of the diaphragm using inhalation negative pressure as shown, for example in JP,2-78765,A etc., For example, although the thing of the electric control type which drives a valve element electrically with a stepping motor like a publication to JP,2-238162,A etc. is known The thing using a stepping motor is used comparatively widely that implementation etc. should carry out the suitable EGR rate according to an engine rotational frequency and an engine load with open-loop [ simple ] in recent years.

[0004] And a suitable EGR rate is searched for based on an engine rotational frequency and an engine load, whenever [ valve-opening / which attains this EGR rate ] is calculated, and whenever [ valve-opening / of an EGR control valve ] is controlled by the EGR control unit by the conventional technique.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since exhaust gas flows into an inhalation-of-air path through the perimeter of a valve element in case an EGR control valve is made to open and a part of exhaust gas is made to flow back to inhalation of air, it adheres to the external surface (in detail front face of a valve stem) of a valve element gradually, and a part for oil, carbon, etc. in exhaust gas may burn soon, and may become hard and fix (the so-called generating of a deposit). And since the path clearance between the seal sections prepared in the outside of a valve element and this valve element in the EGR control valve is small, when the foreign matter which adhered to the valve element and was solidified enters in the minute path clearance between the seal sections, this bites, a lump phenomenon (shaft stick) arises, and there is a possibility of checking a switching action with a smooth valve element.

[0006] In case, as for most foreign matters, a valve element passes the seal section in the process in which a valve element will repeat full open and close-by-pass-bulb-completely actuation since adhesion force is small if it is before it burning according to an elevated temperature and solidifying, even if a part for oil, carbon, etc. adhere on the surface of a valve element here, it considers as \*\*\*\*\*. Therefore, from the first, driving force is large, and since it is easy to remove the carbon which adhered to the valve element in the EGR control valve of a negative pressure type with the high frequency which repeats full open and a close-by-pass bulb completely, possibility mentioned above that will bite and a lump phenomenon will arise is low.

[0007] However, in the EGR control valve of the electric control type which used the stepping motor, since whenever [ valve-opening ] is more finely controlled based on an engine rotational frequency and an engine load, foreign matters, such as carbon with which a valve element may open only to middle opening for some operators, and adhered to the valve element in this case, are partially unremovable. Therefore, in the EGR control unit using the EGR control valve of an electric control type, while the suitable EGR rate according to an engine's service condition is realizable, there may be a possibility that it may fully be unremovable foreign matters, such as carbon adhering to a valve element, and may bite them, and a lump phenomenon may be produced.

[0008] On the other hand, although a part for oil, carbon, etc. in exhaust gas adhere also to the front face of the sheet section of a valve element, or a valve seat, a valve element and a valve seat paste up with the carbon adhering to this sheet section etc., the so-called "phenomenon with a beam" is produced, and a switching action with a smooth valve element may be checked. That is, after an engine halt, since clausilium of the EGR control valve is carried out and the sheet section is stuck to a valve seat, with the carbon which adhered during engine operation, the sheet section will paste a valve seat, the torque which valve opening takes may increase or valve-opening actuation may not be performed smoothly.

[0009] Moreover, after an engine halt, since temperature falls and a valve seat contracts, a valve element may be bit by this valve seat to contract depending on the include angle (taper angle) of the sheet section. For this reason, there is also a fault [ since the amount of EGR(s) is large and it changes even if whenever / valve-opening / will change slightly, if the include angle of the sheet section is enlarged as valve element \*\*\*\* lump preventive measures, although it is generally large in the include angle of the sheet section, that is, it is made an obtuse angle and the valve element is formed, cannot acquire suitable flow characteristics, and ] that user-friendliness is low. If it puts in another way, since the flow characteristics which can be set up will become settled from the standpoint of the valve element \*\*\*\* lump prevention by contraction, the degree of freedom of flow characteristics is low.

[0010] Then, this invention was made in view of the trouble of this conventional technique, and the purpose is in offer of an internal combustion engine's exhaust air reflux control unit which enabled it to carry out smoothly the switching action of an

exhaust air reflux control valve, even when foreign matters, such as carbon, adhere to a valve element. Moreover, other purposes of this invention are by removing the foreign matter adhering to a valve element periodically and automatically to stabilize the switching action of an exhaust air reflux control valve. The further purpose of this invention is to offer the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine which enabled it to improve the degree of freedom of flow characteristics while avoiding the adhesion condition of a valve element and a valve seat.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Then, the configuration which the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine concerning this invention adopts The exhaust air reflux path which opened an engine's flueway and inhalation-of-air path for free passage, and was prepared, The exhaust air reflux control valve which makes the valve element which was prepared in the middle of this exhaust air reflux path, and was inserted in the annular member by the motor open and close. When it is the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine having the exhaust air reflux control means which controls the opening of said valve element by outputting a control signal to this exhaust air reflux control valve and an engine is suspended It is characterized by establishing a halt processing means to move the foreign matter adhering to a valve element in the direction removable [ with said annular member ] where the torque of said motor is usually increased rather than the torque at the time. [0012] Moreover, when said halt processing means suspends an engine, using a stepping motor as said motor, it is in the condition which usually made the drive rate of said stepping motor later than the drive rate at the time, and, specifically, it is desirable to move said valve element from an open position to a closed position.

[0013] Furthermore, when said halt processing means suspends an engine, using a stepping motor as said motor, after moving said valve element from an open position to a closed position, it is more desirable [ it is in the condition which usually made the drive rate of said stepping motor later than the drive rate at the time, and ] to make it stop with predetermined small opening.

[0014] Moreover, when an engine restarts during the halt processing to which said halt processing means is moving said valve element from an open position to a closed position, using a stepping motor as said motor, it is desirable to usually carry out a close by-pass bulb completely with the drive rate of the stepping motor at the time.

[0015] Furthermore, as for said exhaust air reflux control valve, it is desirable to come to have housing, the valve element prepared in shaft orientations movable in this housing, the stepping motor made to \*\*\*\*\* to a valve seat by being prepared in the 1 side of said housing and moving said valve element to shaft orientations, and the approximate circle drill tubed dust cover by which outer fitting was carried out to the periphery side of said valve element by approaching.

[0016]

[Function] Since exhaust gas flows in an inhalation-of-air path through the perimeter of a valve element during engine operation, foreign matters, such as a part for the oil in exhaust gas and carbon, may adhere to valve element external surface. However, the torque of a motor is increased, and after an engine halt, since a valve element is moved in the direction which can remove a foreign matter by the annular member, a halt processing means is removable for whenever [ of an engine halt of the foreign matter adhering to this valve element / every ], thereby, it can be bit between a valve element and the seal section, and can prevent a lump phenomenon beforehand. That is, if a valve element moves in the direction held in seal circles, the foreign matter adhering to this valve element will contact the apical surface of the seal section, and will be rubbed off. That is, if it is in the case of the outside aperture type which opens a valve seat from an outside, it becomes the direction of clausilium, and if it is in the case of an aperture type while opening a valve seat from the inside, it becomes "the direction which can remove a foreign matter by the annular member" with the valve-opening direction. If it puts in another way, a definition can also be given as "a direction which holds a valve element in an annular member."

[0017] Moreover, where the drive rate of a stepping motor is usually made later than the time, after according to the configuration of claim 2 to which a valve element is moved from an open position to a closed position it could increase torque and this torque has increased by making a drive rate late, a valve element front face can be cleaned.

[0018] Furthermore, while the foreign matter which adhered on the surface of the valve element (front face of a valve stem) is removable according to the configuration of claim 3 stopped with predetermined small opening after moving a valve element from an open position to a closed position where the drive rate of a stepping motor is usually made later than the time, it can prevent beforehand that a valve element and a valve seat will be in an adhesion condition with the foreign matter adhering to the sheet section at the tip of a valve element.

[0019] Moreover, although a valve element is cleaned according to the configuration of claim 4 to which the close by-pass bulb completely of the valve element is usually carried out with the drive rate of the stepping motor at the time when an engine restarts while moving the valve element from the open position to the closed position, this cleaning does not affect an engine's restart and user-friendliness improves.

[0020] Furthermore, housing and the valve element prepared movable in this housing at shaft orientations, The stepping motor made to \*\*\*\*\* to a valve seat by being prepared in housing at 1 side and moving a valve element to shaft orientations, According to the configuration of claim 5 using the exhaust air reflux control valve which has the approximate circle drill tubed dust cover by which outer fitting was carried out to the periphery side of a valve element by approaching, it can be failed concretely to scratch the foreign matter which adhered to the valve element front face with the approximate circle drill tubed dust cover.

[0021]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained to a detail based on drawing 1 - drawing 13.

[0022] first, the configuration explanatory view in which drawing 1 - drawing 7 start the exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine concerning the 1st example of this invention, and drawing 1 shows the whole EGR control unit configuration — it is — an internal combustion engine's cylinder 1 — the cylinder head 2 — vapor-liquid — it lids densely and the inhalation-of-air path 5 and the flueway 6 are connected to the combustion chamber 4 formed of this cylinder head 2 and piston 3. The throttle valve 8 for adjusting the air flow meter 7 for detecting an inhalation air content and an inhalation air content sequentially from that upstream and the fuel injection valve 9 are formed in this inhalation-of-air path 5. On the other hand, a catalytic converter, an air-fuel ratio sensor, etc. which are not illustrated are formed in the downstream of a flueway 6.

[0023] The inhalation-of-air path 5 and the flueway 6 are connected by the EGR path 10 as an exhaust air reflux path. While this EGR path 10 consists of for example, heat-resistant tubes and that inflow side end-connection 10A is connected in the middle of a flueway 6 between an exhaust air port and a catalytic converter, outflow side end-connection 10B is connected in the middle of the inhalation-of-air path 5 through the EGR control valve 11. That is, the EGR path 10 is constituted more from exhaust side path 10C (part of a before [ from inflow side end-connection 10A / the EGR control valve 11 ]) located in a flueway 6 side, and inspired air flow path path 10D (part of a before [ from the EGR control valve 11 / outflow side end-connection 10B ]) located in

the inhalation-of-air path 5 side by accuracy.

[0024] The control unit 12 as an "exhaust air reflux control means" which carries out centralized control of the engine electrically is constituted as a microcomputer system including store circuits, such as arithmetic circuits, such as CPU, and ROM, RAM, and an I/O circuit. In the input side of this control unit 12 An air flow meter 7 and the throttle sensor 13 for detecting the throttle opening of a throttle valve 8, The crank angle sensor 14 for detecting an engine rotational frequency, and the coolant temperature sensor 15 for detecting an engine's cooling water temperature, Ignition switch 16 grade is connected and the fuel injection valve 8, the EGR control valve 11, and the ignition-plug 17 grade for lighting gaseous mixture are connected to the output side of a control unit 12 (wiring between a fuel injection valve 8 and an ignition plug 17 is an illustration abbreviation). Moreover, this control unit 12 is usually equipped with halt processing section 12B as a "halt processing means" for controlling the cleaning actuation after control-section 12A and an engine halt which controls an EGR rate (whenever [ valve-opening / of the EGR control valve 11 ]) based on an engine rotational frequency and an engine load and which is mentioned later as that internal function by referring to the EGR control map (not shown) formed in the store circuit.

[0025] Next, the desirable example of the EGR control valve 11 is explained, referring to drawing 2 and drawing 3. That is, in drawing 2, the enlarged drawing of the EGR control valve 11 in a clausilium condition and drawing 3 show the enlarged drawing in a valve-opening condition, respectively, and the EGR control valve 11 consists of housing 21 mentioned later, respectively, a valve element 26, and stepping motor 31 grade as a flow control valve of an electric control type. in addition, a drawing Nakagami side — drawing Nakashita "1 side and a side" — "others — it explains as side."

[0026] Housing 21 is constituted from 1 side housing 21A which held the stepping motor 31, and intermediate housing 21C which the valve element 26 was held and also connects side housing 21B and each [ these ] housing 21A and 21B with shaft orientations (the vertical direction) by trichotomy, and each housing 21A, 21B, and 21C is attached with the bolt 22. Moreover, it is formed in side housing 21else B from a path, respectively so that the input 23 connected to exhaust side path 10C of the EGR path 10 and the tap hole 24 connected to inspired air flow path path 10D of the EGR path 10 may estrange up and down and may intersect perpendicularly, and these input 23 and a tap hole 24 are connected to it through the valve element hold hole 25 formed in the shaft orientations of side housing 21else B.

[0027] In the valve element hold hole 25 of side housing 21else B, the valve element 26 is formed movable at shaft orientations. This valve element 26 consists of sheet section 26C formed in the external surface of valve-stem 26A of the shape of a minor diameter rod inserted in the same axle in the valve element hold hole 25, valve portion 26B formed in one at the other end side of this valve-stem 26A, and this valve portion 26B in one with the predetermined taper angle as a poppet valve of an outside aperture type.

[0028] Moreover, valve-stem 26A of a valve element 26 is inserted in through the minute path clearance which is not illustrated in the gas seal 27 fitted in the 1 side of the valve element hold hole 25, and the below-mentioned dust cover 43, and sheet section 26C contacts the valve seat member 28 attached in the side besides the valve element hold hole 25 from a side besides shaft orientations. furthermore — the end side of valve-stem 26A — thin — the \*\*\*\* disc-like spring receptacle member 29 fixes, and the valve spring 30 which energizes a valve element 26 by the predetermined spring force in the direction of a normally closed valve (one side direction) is arranged between this spring receptacle member 29 and the end side of a gas seal 27.

[0029] The stepping motor 31 is held in 1 side housing 21A, and this stepping motor 31 consists of two stators 33 which estranged up and down and were prepared in the periphery side of a valve element 26, Rota 32 arranged in the same axle, and this Rota 32 as a PM mold stepping motor.

[0030] That other end side consists of approximately cylindrical holder 32A supported by bearing 34 pivotable and tubed permanent magnet 32B prepared in the periphery side of this holder 32A, two or more magnetic poles (N pole, south pole) of Rota 32 are alternate to a hoop direction, and it is magnetized by this permanent magnet 32B. And the Rota shaft 35 was formed in shaft orientations movable at the inner circumference side of holder 32A, and the other end side of this Rota shaft 35 was inserted in the bush 36, and is in contact with the end side of valve-stem 26A. That is, the Rota shaft 35 changes rotation of Rota 32 into shaft-orientations movement through a spiral slot, and rotation is regulated by the spring pin 37. Moreover, the spring receptacle member 38 of a minor diameter is formed in the abbreviation pars intermedia of the Rota shaft 35, and the spring 39 for preventing shakiness by the backlash of the thread part of the Rota shaft 35 is arranged in it between this spring receptacle member 38 and the end side of a bush 36.

[0031] Each stator 33 which estranged up and down and was prepared in the periphery side of Rota 32 on the other hand Bobbin 33A, coil 33B wound around this bobbin 33A, and 1st stator plate 33C formed in the shape of half section abbreviation for U characters so that the outside of bobbin 33A might be surrounded. It consists of the 2nd stator plate 33D annularly formed so that abbreviation lidding of the opening side of this 1st stator plate 33C might be carried out. Moreover, each coil 33B consists of three independent coils, for example, respectively, and each stator 33 is together put at 90 degrees of phase contrast. Furthermore, the annular center plate 40 was formed between each [ these ] stator 33, and this center plate 40 has prevented a mutual magnetic interference while positioning each stator 33. And coil 33B of each stator 33 was connected to the terminal 41, respectively, and each [ these ] terminal 41 has extended in the connector area 42 formed in 1 side housing 21A in one.

[0032] And if a pulse signal is impressed through a terminal 41 from a control unit 12, a valve element 26 will open this stepping motor 31 and close by having Torque TN whenever [ predetermined usual speed ] at the time of SN and usual [ predetermined ], carrying out forward inverse rotation only of the part according to this pulse number, and changing this turning effort into rectilinear motion by the Rota shaft 35. The case where do not distinguish especially in this example although the rate at the time usually differs from torque in the time of the time of clausilium and valve opening in accuracy more and the direction of the rate at the time of clausilium is quick, but it drives with SN and Torque TN whenever [ same at time of time of valve opening or clausilium usual speed ] is mentioned as an example, and it explains. Moreover, as shown in the property Fig. of drawing 4, this stepping motor 31 has the property that torque falls according to the rise of a rate, and generates the predetermined detent torque TD at the time of deenergisation. In addition, TH in drawing 4 is holding torque.

[0033] In addition, the rate SC and Torque TC at the time of cleaning are torque required to fail to scratch foreign matters adhering to the valve-stem 26A front face of a valve element 26, such as a part for oil, and carbon, with a dust cover 43, and they are set up so that cleaning processing can be ended by the minimum time amount. Since it is got blocked, for example, is not solidifying immediately after adhesion of carbon etc., it is removable with about 0.1kg weak torque, but if time amount passes and a foreign matter burns and becomes hard, about 0.5kg torque will be required. Therefore, if a rate SC is reduced in order that it may raise Torque TC, while it is necessary to set the torque TC at the time of cleaning as about 0.5kg or more, possibility that the time amount of cleaning will become long and will affect an engine's restart etc. will be considered.

[0034] For this reason, the rate SC and Torque TC at the time of cleaning are set to a target in the minimum torque required for

tailing (for example, rate SC=50-60pps). However, since the torque which tailing takes changes with diameter dimensions of the Rota shaft 35 etc. and a rate and the concrete relation of torque are different with magnitude, a drive method, etc. of a stepping motor 31, each above-mentioned numeric value is mere instantiation, and this invention is not limited to this. Moreover, since a torque speed characteristic has a certain amount of temperature dependence, it is more desirable to set up the rate SC and Torque TC at the time of cleaning in consideration of this.

[0035] It is located in the periphery side of valve-stem 26A, and the approximate circle drill tubed dust cover 43 is formed in the other end side of a gas seal 27. This dust cover 43 is for removing the foreign matter adhering to valve-stem 26A, and preventing foreign matter invasion into a gas seal 27. For example, it was formed in the approximate circle drill tubed which has a slightly larger inside diameter than the outer-diameter dimension of valve-stem 26A from ingredients equipped with thermal resistance at least, such as stainless steel, and as other end side 43A of the minor diameter met the valve portion 26B side of a valve element 26, it has fixed to the other end side of a gas seal 27. If it puts in another way, this dust cover 43 is formed in reverse cone tubed so that other end side 43A of that minor diameter may counter valve portion 26B. Moreover, that height dimension is set as extent which requires other end side 43A for the 1 close-attendants side of a tap hole 24 that, as for this dust seal 43, prevention etc. should carry out increase of passage resistance of an exhaust air installation system (it consists of exhaust side path 10C, input 23, the valve element hold hole 25, a tap hole 24, and inspired air flow path path 10D). Here, although a dust cover 43 constitutes an "annular member" from this example, in omitting a dust cover 43, a gas seal 27 serves as an "annular member."

[0036] In addition, opening produced when a plug 44 drilled the valve element hold hole 25 — vapor-liquid — it does not lid densely and is fixed to side housing 21 else B with the dowel pin which is not illustrated. The upper plate 45 prepared between the end side of holder 32A and the inside side of 1 side housing 21A has played a role of a guide plate which guides holder 32A. Moreover, between intermediate housing 21C, the wave washer 46 is formed the other end side of bearing 34, and this wave washer 46 is supporting the outer race of bearing 34 by shaft orientations. Furthermore, the nipple 47 projected and formed in the direction outside of a path from the external surface side of intermediate housing 21C is for forming a cooling water path.

[0037] Next, based on the flow chart of drawing 5, the halt processing actuation by this example is explained.

[0038] First, at step (it is written as "S" among drawing) 1, it supervises whether at read in and the following step 2, the ignition switch 16 was turned off in the condition of an ignition switch (it abbreviates to "IG switch" among drawing) 16. Since it is the case where an engine stops when it judges with "YES" at this step 2, it moves to step 3 and the driving torque of a stepping motor 31 is set up. That is, at this step 3, as shown in drawing 4, torque is usually increased from the torque TN at the time to the torque TC at the time of cleaning by usually raising the rate of a stepping motor 31 at the rate SC at the time of cleaning from the rate SN at the time.

[0039] And at step 4, where torque is increased, a valve element 26 is moved to an open position, and in continuing step 5, where torque is increased similarly, a valve element 26 is moved from an open position to a closed position. With both-way actuation of this valve element 26, foreign matters adhering to the front face of a valve element 26, such as a part for oil and carbon, are rubbed off with a dust cover 43, and are removed and cleaned. However, although the removal range of a foreign matter is restricted to the lift range of a valve element 26, in order that valve-stem 26A outside the lift range may not enter in a gas seal 27, there is no especially un-arranging. In addition, when an engine restarts during the halt processing shown in drawing 5 as below-mentioned, promptly, halt processing is interrupted and usual processing by processing section 12A is usually performed.

[0040] Next, it explains, referring to the explanatory view of drawing 6 of operation about an operation of this example.

[0041] When an engine starts at a certain time of day t1, first, usual control-section 12A of a control unit 12 Based on an engine's rotational frequency N and Load TP (in detail basic injection-quantity TP= inhalation air content Q / rotational frequency N), whenever [ valve-opening ] (EGR rate) is read from an EGR control map. It usually has the rate SN at the time, and the torque TN at the time of usual, and open loop control of whenever [ valve-opening / of the EGR control valve 11 ] is carried out according to an engine's service condition until operation of an engine is suspended at a certain time of day t2. In addition, EGR is not performed when an engine's service condition has separated from EGR regulatory region.

[0042] And if an ignition switch 16 is turned off at a certain time of day t2 and operation of an engine stops, a control unit 12 will usually once carry out clausilium of the EGR control valve 11 the rate SC at the time, and will perform after that halt processing mentioned above with drawing 5 with open-loop by halt processing section 12B. That is, by setting the rate of a stepping motor 31 as the rate SC at the time of cleaning usually later than the rate SN at the time, after the EGR control valve 11 carries out the close by-pass bulb completely of the halt processing section 12B at time of day t3, as the torque of a stepping motor 31 is raised to the torque TC at the time of cleaning, and it is in this condition and is shown in the important section enlarged drawing of drawing 7, it moves the valve element 26 of the EGR control valve 11 to an open position.

[0043] Next, if a valve element 26 reaches an open position at time of day t4, halt processing section 12B reverses a stepping motor 31, will be in the condition of having increased Torque TC, and will move a valve element 26 to a closed position. A valve element 26 is closed at time of day t5, the foreign matters DP, such as carbon adhering to valve-stem 26A of a valve element 26, contacting other end side 43A of a dust cover 43, and failing to be scratched by this, as shown in drawing 7.

[0044] On the other hand, during halt processing, when an engine restarts at a certain time of day t6, as a two-dot chain line shows in drawing 6, the rate of a stepping motor 31 is returned to normal at the rate SN at the time, and a valve element 26 is promptly displaced in the direction of clausilium, and is closed at time of day t7. And although not illustrated after that, usual control by control-section 12A is usually performed.

[0045] Thus, according to this example constituted, the following effectiveness is done so.

[0046] When an engine stops [ 1st ], the torque of a motor 31 in the condition of having made it usually increasing rather than the torque TN at the time The configuration which prepares halt processing section 12B which moves the valve element 26 inserted in the annular member slack dust cover 43 in the direction (the direction of clausilium) which can remove a foreign matter with a dust cover 43 sake, As shown in drawing 7, whenever an engine is suspended, foreign matters, such as carbon adhering to the front face of valve-stem 26A of a valve element 26, can be removed and cleaned. Consequently, it can prevent beforehand that the foreign matter adhering to valve-stem 26A invades in a gas seal 27, and bites, and a lump phenomenon arises, and the smooth switching action of a valve element 26 can be maintained.

[0047] Halt processing section 12B is in the condition which usually made the drive rate of a stepping motor 31 later than the drive rate SN at the time, when an engine stops to the 2nd, for the configuration which moves a valve element 26 from an open position to a closed position, at the time of an engine halt, to it, it can usually increase torque rather than the torque TN at the time, can make it able to carry out both-way actuation of the valve element 26 easily, and, thereby, can remove a foreign matter to it.

[0048] To the 3rd, when an engine restarts a valve element 26 during the halt processing to which it is made to move from an open position to a closed position, for the configuration to which clausilium of the valve element 26 is usually carried out with the rate SN at the time, cleaning by halt processing does not affect an engine's restart, and user-friendliness of halt processing section 12B improves.

[0049] The valve element 26 which was able to form the EGR control valve 11 movable to shaft orientations in housing 21 and this housing 21 the 4th. The stepping motor 31 made to \*\*\*\*\* to the valve seat member 28 by being prepared in the 1 side of housing 21 and moving a valve element 26 to shaft orientations. Since the approximate circle drill tubed dust cover 43 by which outer fitting was carried out to the periphery side of a valve element 26 by approaching was had and constituted, the foreign matter adhering to valve-stem 26A can be effectively rubbed off with a dust cover 43 by carrying out both-way actuation of the valve element 26 with the high torque TC after an engine halt.

[0050] By this example, while forming a dust cover 43 in approximate circle drill tubed, for the configuration which makes other end side 43A of a minor diameter meet valve portion 26B of a valve element 26, the stress produced when a foreign matter contacts other end side 43A is distributed to the end side of a major diameter, it can be failed certainly to scratch a foreign matter, and the endurance of a dust cover 43 etc. can be improved [ 5th ].

[0051] Next, the 2nd example of this invention is explained based on drawing 8 - drawing 12 . In addition, in this example, the same sign shall be given to the same component as the 1st example mentioned above, and the explanation shall be omitted. The description of this example does not carry out clausilium of the valve element completely after cleaning termination of a valve element, and is that it holds by predetermined small opening.

[0052] That is, drawing 8 is the explanatory view showing the whole EGR control unit configuration by this example, like the control unit 12 which also stated the control unit 51 of this example in the 1st example, was constituted as a microcomputer system and equipped with usual control-section 51A based on the EGR control map which is not illustrated, and halt processing section 51B as a "halt processing means" as the internal function. However, after halt processing section 51B of this example completes cleaning after an engine halt as below-mentioned, it is the point of holding whenever [ valve-opening / of the EGR control valve 11 ] to predetermined small opening, and is different from said example.

[0053] Next, if the halt processing of this example is explained with reference to the flow chart of drawing 9 , after performing the same processing as steps 1-5 explained with drawing 5 and reading an ignition switch 16 at step 11, steps 11-15 will judge whether the ignition switch 16 is turned off at step 12, and will usually raise the rate of a stepping motor 31 at the rate SC at the time of cleaning from the rate SN at the time at the following step 13.

[0054] Thereby, the torque of a stepping motor 31 usually increases from the torque TN at the time to the torque TC at the time of cleaning, is in this condition, moves a valve element 26 to an open position at step 14, and moves a valve element 26 to a closed position at the following step 15. Consequently, the foreign matter DP which adhered to valve-stem 26A as similarly shown in drawing 11 contacts that the 1st example described at other end side 43A of a dust cover 43, it fails to be scratched, and cleaning of valve-stem 26A is performed automatically.

[0055] And at step 16, after making the valve element 26 in a closed position open slightly, making it stop and holding predetermined small opening, the energization to a stepping motor 31 is stopped and a program is ended. In addition, when an engine restarts after that, once it moves a valve element 26 to a closed position, it is desirable on relation, such as initialization of positional information, to usually perform EGR control at the time. However, while the valve element 26 had been made to open slightly by the small opening theta, even if it starts the usual EGR control, there will almost be no effect which gives theta to an engine's restart since it is minute whenever [ valve-opening ].

[0056] Moreover, although the case where had the rates SC and TC at the time of cleaning, and a valve element 26 was made to open slightly was illustrated in this example, you may make it usually open slightly the rates SN and TN at the time not only in this. However, when making it open the rate SC at the time of cleaning etc., only the part which does not need to switch the rate of a stepping motor 31 can simplify a control structure.

[0057] Next, if it explains referring to the explanatory view of drawing 10 of operation about an operation of this example First, the usual EGR control by control-section 51A is usually performed after an engine starts at time of day t1 until an engine stops at time of day t2. After the EGR control valve 11 closes the valve at time of day t3, the point which has the rate SC and Torque TC at the time of cleaning, and carries out both-way actuation from an open position to a closed position is the same as the 1st example.

[0058] However, at this example, after a valve element 26 reaches a closed position at time of day t5, a stepping motor 31 is reversed slightly, a valve element 26 is moved in the valve-opening direction, and where the predetermined small opening theta is held, processing is ended. In more detail, after a valve element 26 reaches a closed position at time of day t5, only for example, 3 step extent (the "step" said here is a pulse number) reverses a stepping motor 31, and halt processing section 51B pulls apart a valve element 26 from a closed position, and as shown in drawing 11 , it generates the condition of having opened slightly by the predetermined small opening theta. Here, since it is desirable to set it as preventing that sheet section 26C of a valve element 26 will paste the valve seat member 28 by adhesion components, such as a part for oil and carbon, as necessary minimum opening as for this predetermined small opening theta, it is not limited to said three steps, for example, can adopt a value with one to 10 proper step etc.

[0059] And after making a valve element 26 open slightly by the predetermined small opening theta, halt processing section 51B cannot prevent that a valve element 26 is stretched and attached to the valve seat member 28 by the valve element 26 having returned to the closed position according to the spring force of a valve spring 30 after this energization halt, although the energization to a stepping motor 31 is stopped and processing is ended. So, in this example, the stepping motor 31 holds the opening of a valve element 26 to the small opening theta after an energization halt using the detent torque TD generated in the state of deenergisation.

[0060] That is, as shown in the property Fig. of drawing 12 , the torque TS of the spring force of a valve spring 30 and the direction of clausilium produced by the valve spring 30 is in proportionality, and the detent torque TD of a stepping motor 31 (holding power produced by permanent magnet 32B) and starting-torque TB (total value of the holding power according to the frictional force of bearing 34 in detail and the frictional force produced in parts for each other moving part) of bearing 34 have opposed to this torque TS.

[0061] Therefore, if the total value Tt of the detent torque TD and starting-torque TB exceeds the torque TS of the direction of clausilium produced according to the spring force of the valve spring 30 set as about 1000g as shown in the one following, even if it stops the energization to a stepping motor 31, the opening of a valve element 26 will be held at the small opening theta, and the difference of the total value Tt of the torque of this valve-opening direction and the torque TS of the direction of clausilium

will serve as holding power of a valve element 26.

[0062]

[Equation 1]  $T_t = T_D + T_B > T_S$  and the detent torque  $T_D$  are shown by the two following, and the torque  $T_S$  of the direction of clausilium is shown by the three following.

[0063]

[Equation 2] The magnetic-pole cross section  $P$  around  $T_D = (1/2) \cdot (B_g^2 / \mu_0) \cdot g \cdot A_g \cdot P$ , however permeability  $g$ : opening length  $A_g$ : 1 pole of a flux-density  $\mu_0$ : opening of  $B_g$ : opening: The number of pole pairs [0064]

[Equation 3]  $T_S = (L / 2\pi) \cdot \eta \cdot \tan^2 \theta \cdot F \cdot \mu$ , however spring force  $\theta$ : conversion lead of screw angle  $\mu$ : coefficient of friction [rectilinear motion / L:] of the pitch  $F$ : valve spring 30 of conversion \*\*\*\* — this example constituted in this way can also acquire the same effectiveness as the 1st example mentioned above. In addition, the following effectiveness is done so in this example.

[0065] When an engine stops halt processing section 51B to the 1st, it is in the condition which usually made the drive rate of a stepping motor 31 later than the drive rate  $SN$  at the time. After moving a valve element 26 from an open position to a closed position, it writes as the configuration stopped with the predetermined small opening  $\theta$ . It can prevent certainly that a valve element 26 will paste the valve seat member 28 with the foreign matter which can rub the foreign matter adhering to valve-stem 26A off upwards with a dust cover 43, and adhered to sheet section 26C.

[0066] Consequently, "the phenomenon with a beam" of a valve element 26 and the valve seat member 28 can be prevented beforehand, and the smooth switching action of the EGR control valve 11 can be maintained. Since a valve element 26 and the valve seat member 28 are stretched and attached like the conventional technique when carrying out the close by-pass bulb completely of the valve element 26 after an engine halt if it puts in another way, it is necessary to resist this adhesive strength and to make a valve element 26 open. Therefore, with the conventional technique, although it is necessary to increase the torque of a stepping motor 31 in preparation for "a phenomenon with a beam", since about 1.5kg strong torque is needed for this, a stepping motor 31 is enlarged and an attachment degree of freedom etc. falls. On the other hand, at this example, since a valve element 26 is made to open slightly after an engine halt, EGR control can be stabilized by low cost, without not producing "a phenomenon with a beam" in essence and adding correction to a mechanical configuration at all.

[0067] If it puts in another way, about not only in the EGR control valve 11 usually furthermore, all control valves or [carrying out a close by-pass bulb completely, when the driving force (for example, a current, a pressure, etc.) is lost] — or, even if it is the conventional general technical common sense to make it open fully and it may pass through middle opening or small opening during a drive Like this invention, the thought of setting it as the unique opening "the small opening  $\theta$  which is not in a close-by-pass-bulb-completely condition although it is in a substantial clausilium condition" at the time of driving force loss, and a view were completely lacked. Therefore, although it appeals to the direct and mechanical solution means of taper angle adjustment of sheet section 26C, or driving force enhancement of a stepping motor 31 as the conventional technique in many cases in order to be stretched and attached and to prevent a phenomenon like \*\*\*\*, now, cost increases and user-friendliness (for example, the degree of freedom of attachment of a motor, the degree of freedom of a setup of flow characteristics, etc.) falls. on the other hand, this invention — "the time of driving force loss — the EGR control valve 11 — a close by-pass bulb completely — or it should be made to open fully — " — the conventional general fixed idea was overthrown, thereby, it essentially stretched despite low cost, and was attached, and the phenomenon is solved.

[0068] In order to pull apart a valve element 26 from the valve seat member 28 and to make it 2nd stop, even if the valve seat member 28 contracts by the temperature fall after an engine halt, thereby, valve portion 26B of a valve element 26 is not bit. Therefore, since it is not necessary to make small the taper angle of sheet section 26C, and to consider as an obtuse angle, a degree of freedom can be given to a taper angle and suitable EGR flow characteristics can be realized. That is, since a taper angle can make small change of an acute angle, then the flow passage area per 1 step signal, suitable EGR flow characteristics are easily realizable.

[0069] A valve element 26 can be pulled apart from the valve seat member 28, without consuming dc-battery power for the configuration which maintains [3rd] the small opening  $\theta$  by this example using the detent torque  $T_D$  which a stepping motor 31 emits in the state of deenergisation.

[0070] Enlargement and the configuration which holds a valve element 26 to the small opening  $\theta$ , without forming high cost can be optimized for a stepping motor 31 beyond the need for the configuration which holds [4th] a valve element 26 to the predetermined small opening  $\theta$  by this example using starting-torque  $T_B$  of the bearing 34 in semantics not only including the detent torque  $T_D$  of a stepping motor 31 but the frictional force for each moving part.

[0071] That is, as shown in drawing 4 and drawing 12, since the detent torque  $T_D$  is small, when it is going to hold the small opening  $\theta$  depending on this detent torque  $T_D$ , using an expensive ingredient, the magnetism of permanent magnet 32B is increased remarkably, or it has the need for enlarging stepping motor 31 the very thing etc. On the other hand, in this example, since the drive mechanism of a valve element 26 was examined synthetically and starting-torque  $T_B$  is also used, it is not necessary to enlarge detent torque  $T_D$ , and the small opening  $\theta$  can be held to simple and low cost.

[0072] Therefore, this example "halt processing means 51B When an engine is suspended, where the torque of a stepping motor 31 is increased After moving a valve element 26 in the direction which can remove a foreign matter by the annular member 43, where it made it stop with the predetermined small opening  $\theta$  and the energization to a stepping motor 31 is stopped It is also possible to grasp as an exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine characterized by holding this small opening  $\theta$  by the detent torque  $T_D$  of a stepping motor 31 and starting-torque  $T_B$  in a part for each moving part."

[0073] In addition, although the case where a valve element 26 was made to go the rate  $SC$  at the time of late cleaning after an engine halt was illustrated in said each example In case a valve element 26 mainly moves in the direction of clausilium, in order to rub a foreign matter off by other end side 43A of a dust cover 43 in the case of an outside aperture type, Only the direction of clausilium may make it move at the late rate  $SC$ , and may make it usually move in the valve-opening direction the rate  $SN$  at the time, as shown in the modification of drawing 13 (in the case of an inner aperture type, contrary to this, only the valve-opening direction should be made late).

[0074] Moreover, although the case where both-way actuation of the valve element 26 was carried out only once was mentioned as the example and said each example explained it, multiple-times migration of it may be carried out, this invention taking into consideration the effect which it has for example, not only at this but at the time of engine restart.

[0075] Furthermore, although the stepping motor 31 of PM mold using a permanent magnet is desirable when the ease of use of the detent torque  $T_D$  in the ease of control and a deenergisation condition and torque modification, a manufacturing cost, etc. are taken into consideration as a driving source of the EGR control valve 11, a hybrid mold stepping motor etc. may be used that

what is necessary is just the motor in which not only this but torque modification is possible.

[0076] Therefore, the 2nd example can also be grasped as "an exhaust air reflux control unit of the internal combustion engine characterized by stopping it with the predetermined small opening theta after halt processing means 51B is in the condition of having increased the torque of a motor 31 and moves a valve element 26 in the direction which can remove a foreign matter by the annular member 43, when an engine is suspended." Thus, in order to hold the small opening theta of a valve element 26 since the detent torque TD cannot necessarily be used when it has grasped, some energization may be required and effectiveness in the field of power consumption cannot be acquired enough. However, adoption of secondary electric power supply means, such as adoption of a low-power mold motor, photovoltaics equipment, and a mass cell, etc. enables it to maintain a valve element 26 to the small opening theta by comparatively low energy expenditure after an engine halt even in this case.

[0077] Moreover, although the case where a foreign matter fails to be scratched was mentioned as the example and said each example explained it with the dust cover 43 as an annular member, a dust cover 43 may be abolished and a foreign matter may be removed in respect of the other end of the gas seal 27 as an annular member.

[0078] Furthermore, in said each example, although the EGR control valve 11 of the so-called outside aperture type was illustrated, it is easily applicable not only to this but the EGR control valve of an inner aperture type.

[0079]

[Effect of the Invention] whenever [ of an engine halt of the foreign matter which according to the exhaust-air reflux control unit of the internal combustion engine concerning this invention the torque of a motor was increased, wrote as the configuration which moves a valve element in the direction which can remove a foreign matter by the annular member, and adhered to the valve element after the engine halt as explained in full detail above / every ] — automatic — being removable — "— it can bite, lump phenomenon" can prevent beforehand, and a smooth switching action can maintain.

[0080] Moreover, where the drive rate of a stepping motor is usually made later than the time, it can write as the configuration to which a valve element is moved from an open position to a closed position, and after it could increase torque easily and this torque has increased by making a drive rate late, a valve element front face can be cleaned.

[0081] The drive rate of a stepping motor in furthermore, the condition of having usually made it later than the time After moving a valve element from an open position to a closed position, while the foreign matter which wrote as the configuration stopped with predetermined small opening, and adhered on the surface of the valve element (front face of a valve stem) is removable With the foreign matter adhering to the sheet section at the tip of a valve element, it can prevent beforehand upwards that a valve element and a valve seat will be in an adhesion condition, a degree of freedom can be given to a taper angle, and suitable flow characteristics can be acquired easily.

[0082] Moreover, although it writes as the configuration to which the close by-pass bulb completely of the valve element is usually carried out with the drive rate of the stepping motor at the time and a valve element is cleaned when an engine restarts while moving the valve element from the open position to the closed position, this cleaning does not affect an engine's restart and user-friendliness improves.

[0083] Furthermore, housing and the valve element prepared movable in this housing at shaft orientations, The stepping motor made to \*\*\*\*\* to a valve seat by being prepared in housing at 1 side and moving a valve element to shaft orientations, It writes as the configuration using the exhaust air reflux control valve which has the approximate circle drill tubed dust cover by which outer fitting was carried out to the periphery side of a valve element by approaching, and it can be failed efficiently to scratch the foreign matter which adhered to the valve element front face with the approximate circle drill tubed dust cover.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-303307

(43) 公開日 平成8年(1996)11月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 M 25/07	5 5 0		F 0 2 M 25/07	5 5 0 Q
	5 8 0			5 8 0 Z
				5 8 0 F
F 0 2 B 77/04			F 0 2 B 77/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-110329

(22) 出願日 平成7年(1995)5月9日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 志賀 義宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

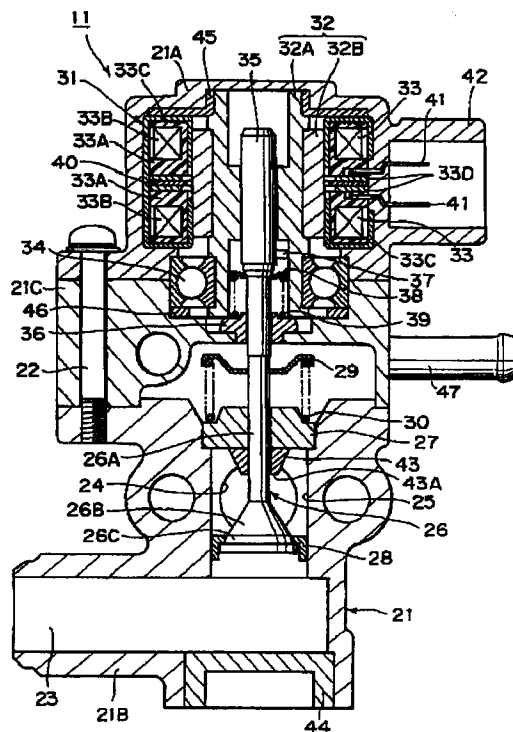
(74) 代理人 弁理士 志賀 富士弥 (外2名)

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気還流制御装置

(57) 【要約】

【目的】 機関停止後に、トルクを増大した状態で弁体を往復させることにより、弁体に付着した異物を除去して円滑な開閉動作を維持する。

【構成】 機関が停止すると、コントロールユニットは、ステッピングモータ31の速度を通常時の速度よりも遅くしてトルクを高め、この状態で弁体26を全開位置から全閉位置まで移動させる。これにより、弁軸26Aに付着した異物は、ダストカバー43の他端面43Aに接触して掻き落とされる。また、この清掃作業が終了した後、弁体26は小開度θで僅かに開いた状態で停止し、その状態がステッピングモータ31のデッドトルク等で保持される。これにより、シート部26Cが弁座部材28に接合されるのが防止される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関の排気通路と吸気通路とを連通して設けられた排気還流通路と、この排気還流通路の途中に設けられ、モータによって環状部材に挿通された弁体を開閉させる排気還流制御弁と、この排気還流制御弁に制御信号を出力することにより前記弁体の開度を制御する排気還流制御手段とを備えた内燃機関の排気還流制御装置であって、  
機関を停止したときには、前記モータのトルクを通常時のトルクよりも増大させた状態で、弁体に付着した異物を前記環状部材によって除去可能な方向に移動させる停止処理手段を設けたことを特徴とする内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項2】 前記モータとしてステッピングモータを用い、前記停止処理手段は、機関を停止したときに、前記ステッピングモータの駆動速度を通常時の駆動速度よりも遅くした状態で、前記弁体を全開位置から全閉位置まで移動させることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項3】 前記モータとしてステッピングモータを用い、前記停止処理手段は、機関を停止したときに、前記ステッピングモータの駆動速度を通常時の駆動速度よりも遅くした状態で、前記弁体を全開位置から全閉位置まで移動させた後、所定の小開度をもって停止させることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項4】 前記モータとしてステッピングモータを用い、前記停止処理手段は、前記弁体を全開位置から全閉位置まで移動させている停止処理中に機関が再始動したときには、通常時におけるステッピングモータの駆動速度をもって全閉させることを特徴とする請求項1～請求項3に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

【請求項5】 前記排気還流制御弁は、ハウジングと、このハウジング内に軸方向に移動可能に設けられた弁体と、前記ハウジングの一側に設けられ、前記弁体を軸方向に移動させることにより弁座に離着座させるステッピングモータと、前記弁体の外周側に近接して外嵌された略円錐筒状のダストカバーとを有してなることを特徴とする請求項1～4に記載の内燃機関の排気還流制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、排気通路の排気ガスの一部を吸気通路に還流させる内燃機関の排気還流制御装置に関し、特に、モータによって弁体を開閉させる排気還流制御弁を備えた内燃機関の排気還流制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、自動車の内燃機関には、排気ガスの一部を吸気通路に戻して混合気に加えることにより

燃焼温度を下げてNO<sub>x</sub>の発生を抑制等するための排気還流制御装置が設けられている（以下、「排気還流」をEGRと略記する）。

【0003】 この種のEGR制御装置は、排気通路と吸気通路との間を連通して設けられたEGR通路と、EGR通路の途中に設けられたEGR制御弁とを備え、EGR制御弁の弁開度を調整することによりEGR率を制御するようになっている。このEGR制御弁としては、例えば特開平2-78765号公報等に示す如く、吸入負圧を利用してダイヤフラムを変位させることにより弁体を開閉させる機械式ないし負圧式のものと、例えば特開平2-238162号公報等に記載の如く、ステッピングモータによって電氣的に弁体を駆動する電気制御式のものが知られているが、近年は、機関回転数及び機関負荷に応じた適切なEGR率を簡易なオープンループで実現等すべく、ステッピングモータを利用するものが比較的広く使用されている。

【0004】 そして、従来技術によるEGR制御装置では、機関回転数と機関負荷とに基づいて適切なEGR率を求め、このEGR率を達成する弁開度を演算してEGR制御弁の弁開度を制御するようになっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、EGR制御弁を開弁させて排気ガスの一部を吸気に還流させる際には、排気ガスが弁体の周囲を通して吸気通路に流入するため、排気ガス中のオイル分やカーボン等が徐々に弁体の外面（より詳しくは弁軸の表面）に付着し、やがて焼き固まって固着することがある（いわゆるデポジットの発生）。そして、EGR制御弁では、弁体と該弁体の外側に設けられたシール部との間のクリアランスが小さいため、弁体に付着し固化した異物がシール部との間の微小なクリアランス内に入り込むと、これにより噛み込み現象（シャフトスティック）が生じて、弁体の円滑な開閉動作を阻害するおそれがある。

【0006】 ここで、オイル分やカーボン等が弁体の表面に付着しても、それが高温によって焼き固まる前であれば付着力が小さいため、弁体が全開、全閉動作を繰り返す過程で、大半の異物は弁体がシール部を通過する際に削ぎ落とされる。従って、もともと駆動力が大きく、全開、全閉を繰り返す頻度が高い負圧式のEGR制御弁では、弁体に付着したカーボン等を除去し易いため、上述した噛み込み現象が生じる可能性は低い。

【0007】 しかし、ステッピングモータを使用した電気制御式のEGR制御弁では、機関回転数及び機関負荷に基づいて弁開度をより細かく制御するため、運転者によっては、弁体が中間の開度までしか開かない場合があり、この場合は、弁体に付着したカーボン等の異物を部分的にしか除去することができない。従って、電気制御式のEGR制御弁を用いたEGR制御装置では、機関の運転条件に応じた適切なEGR率を実現できる反面、弁

体に付着したカーボン等の異物を十分に除去できないおそれがあり、噛み込み現象を生じる可能性がある。

【0008】一方、排気ガス中のオイル分やカーボン等は弁体のシート部や弁座の表面にも付着するが、このシート部に付着したカーボン等により弁体と弁座とが接着されて、いわゆる「はり付き現象」を生じ、弁体の円滑な開閉動作が阻害される可能性がある。つまり、機関停止後には、EGR制御弁を閉弁させてシート部を弁座に密着させるため、機関運転中に付着したカーボン等によって、シート部が弁座に接着されてしまい、開弁に要するトルクが増大したり、開弁動作が円滑に行われない可能性がある。

【0009】また、機関停止後には、温度が低下して弁座が収縮するため、シート部の角度（テーパ角）によっては、この収縮する弁座によって弁体が噛み込まれてしまうことがある。このため、一般的には、シート部の角度を大きく、つまり鈍角にして弁体を形成しているが、弁体噛み込み防止対策としてシート部の角度を大きくすると、弁開度が僅かに変化しても、EGR量が大きく変動するため、適切な流量特性を得ることができず、使い勝手が低いという欠点もある。換言すれば、収縮による弁体噛み込み防止の見地から、設定可能な流量特性が定まってしまうため、流量特性の自由度が低い。

【0010】そこで、本発明は、かかる従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、カーボン等の異物が弁体に付着した場合でも排気還流制御弁の開閉動作を円滑化できるようにした内燃機関の排気還流制御装置の提供にある。また、本発明の他の目的は、弁体に付着した異物を定期的、自動的に除去することにより、排気還流制御弁の開閉動作を安定化することにある。本発明の更なる目的は、弁体と弁座との接着状態を回避すると共に、流量特性の自由度を向上できるようにした内燃機関の排気還流制御装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明に係る内燃機関の排気還流制御装置が採用する構成は、機関の排気通路と吸気通路とを連通して設けられた排気還流通路と、この排気還流通路の途中に設けられ、モータによって環状部材に挿通された弁体を開閉させる排気還流制御弁と、この排気還流制御弁に制御信号を出力することにより前記弁体の開度を制御する排気還流制御手段とを備えた内燃機関の排気還流制御装置であって、機関を停止したときには、前記モータのトルクを通常時のトルクよりも増大させた状態で、弁体に付着した異物を前記環状部材によって除去可能な方向に移動させる停止処理手段を設けたことを特徴としている。

【0012】また、具体的には、前記モータとしてステッピングモータを用い、前記停止処理手段は、機関を停止したときに、前記ステッピングモータの駆動速度を通常時の駆動速度よりも遅くした状態で、前記弁体を全開

位置から全閉位置まで移動させるのが好ましい。

【0013】さらに、前記モータとしてステッピングモータを用い、前記停止処理手段は、機関を停止したときに、前記ステッピングモータの駆動速度を通常時の駆動速度よりも遅くした状態で、前記弁体を全開位置から全閉位置まで移動させた後、所定の小開度をもって停止させるのがより好ましい。

【0014】また、前記モータとしてステッピングモータを用い、前記停止処理手段は、前記弁体を全開位置から全閉位置まで移動させている停止処理中に機関が再始動したときには、通常時におけるステッピングモータの駆動速度をもって全開させるのが望ましい。

【0015】さらに、前記排気還流制御弁は、ハウジングと、このハウジング内に軸方向に移動可能に設けられた弁体と、前記ハウジングの一侧に設けられ、前記弁体を軸方向に移動させることにより弁座に離着座させるステッピングモータと、前記弁体の外周側に近接して外嵌された略円錐筒状のダストカバーとを有してなることが好ましい。

【0016】

【作用】機関運転中には排気ガスが弁体の周囲を通して吸気通路内に流入するため、排気ガス中のオイル分やカーボン等の異物が弁体外面に付着することがある。しかし、停止処理手段は、機関停止後に、モータのトルクを増大させて、環状部材で異物を除去できる方向に弁体を移動させるため、この弁体に付着した異物を機関停止の度毎に除去することができ、これにより、弁体とシール部との間の噛み込み現象を未然に防止することができる。つまり、弁体がシール部内に収容される方向に移動すると、この弁体に付着した異物は、シール部の先端面に接触して擦り落とされる。即ち、「環状部材で異物を除去可能な方向」とは、弁座を外側から開く外開き式の場合にあっては閉弁方向となり、弁座を内側から開く内開き式の場合にあっては開弁方向となる。換言すれば、「環状部材内に弁体を収容する方向」として定義することもできる。

【0017】また、ステッピングモータの駆動速度を通常時よりも遅くした状態で、弁体を全開位置から全閉位置まで移動させる請求項2の構成によれば、駆動速度を遅くすることによってトルクを増大させることができ、このトルクが増大した状態で弁体表面の清掃を行うことができる。

【0018】さらに、ステッピングモータの駆動速度を通常時よりも遅くした状態で、弁体を全開位置から全閉位置まで移動させた後、所定の小開度をもって停止させる請求項3の構成によれば、弁体の表面（弁軸の表面）に付着した異物を除去できると共に、弁体先端のシート部に付着した異物によって、弁体と弁座とが接着状態になるのを未然に防止することができる。

【0019】また、弁体を全開位置から全閉位置まで移

動させている間に機関が再始動したときには、通常時におけるステッピングモータの駆動速度をもって弁体を全閉させる請求項4の構成によれば、弁体の清掃を行いつつも、この清掃作業が機関の再始動に影響を与えることがなく、使い勝手が向上する。

【0020】さらに、ハウジングと、このハウジング内に軸方向に移動可能に設けられた弁体と、ハウジングに一侧に設けられ、弁体を軸方向に移動させることにより弁座に離着座させるステッピングモータと、弁体の外周側に近接して外嵌された略円錐筒状のダストカバーとを有する排気還流制御弁を用いる請求項5の構成によれば、具体的に、略円錐筒状のダストカバーによって弁体表面に付着した異物を掻き落とすことができる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1～図13に基づいて詳細に説明する。

【0022】まず、図1～図7は本発明の第1の実施例に係る内燃機関の排気還流制御装置に係り、図1は、EGR制御装置の全体構成を示す構成説明図であって、内燃機関のシリンダ1はシリンダヘッド2によって気液密に施蓋され、このシリンダヘッド2とピストン3とによって形成された燃焼室4には、吸気通路5及び排気通路6が接続されている。この吸気通路5には、その上流側から順に、吸入空気量を検出するためのエアフローメータ7、吸入空気量を調整するためのスロットルバルブ8、燃料噴射弁9が設けられている。一方、排気通路6の下流側には図示せぬ触媒コンバータ及び空燃比センサ等が設けられている。

【0023】吸気通路5と排気通路6とは排気還流通路としてのEGR通路10によって接続されている。このEGR通路10は、例えば耐熱性チューブから構成され、その流入側接続口10Aが排気ポートと触媒コンバータとの間で排気通路6の途中に接続される一方、流出側接続口10BはEGR制御弁11を介して吸気通路5の途中に接続されている。つまり、より正確には、EGR通路10は、排気通路6側に位置する排気側通路10C（流入側接続口10AからEGR制御弁11までの間の部分）と、吸気通路5側に位置する吸気側通路10D（EGR制御弁11から流出側接続口10Bまでの間の部分）とから構成されている。

【0024】機関を電氣的に集中制御する「排気還流制御手段」としてのコントロールユニット12は、CPU等の演算回路、ROM、RAM等の記憶回路、入出力回路を含んだマイクロコンピュータシステムとして構成されている。このコントロールユニット12の入力側には、エアフローメータ7と、スロットルバルブ8のスロットル開度を検出するためのスロットルセンサ13と、機関回転数を検出するためのクランク角センサ14と、機関の冷却水温を検出するための水温センサ15と、イグニッションスイッチ16等とが接続され、コントロー

ルユニット12の出力側には、燃料噴射弁8と、EGR制御弁11と、混合気に点火するための点火栓17等とが接続されている（燃料噴射弁8及び点火栓17との間の配線は図示省略）。また、このコントロールユニット12は、記憶回路内に形成されたEGR制御マップ（図示せず）を参照することにより機関回転数及び機関負荷に基づいてEGR率（EGR制御弁11の弁開度）を制御する通常制御部12Aと、後述する機関停止後の清掃動作を制御するための「停止処理手段」としての停止処理部12Bとを、その内部機能として備えている。

【0025】次に、図2及び図3を参照しつつ、EGR制御弁11の好ましい具体例を説明する。即ち、図2は閉弁状態におけるEGR制御弁11の拡大図、図3は開弁状態における拡大図をそれぞれ示し、EGR制御弁11は、それぞれ後述するハウジング21、弁体26、ステッピングモータ31等から電気制御式の流量制御弁として構成されている。なお、図中上側を「一侧」と、図中下側を「他側」として説明する。

【0026】ハウジング21は、ステッピングモータ31を収容した一侧ハウジング21Aと、弁体26を収容した他側ハウジング21Bと、これら各ハウジング21A、21Bを軸方向（上下方向）に連結する中間ハウジング21Cとから3分割で構成され、各ハウジング21A、21B、21Cはボルト22によって組み付けられている。また、他側ハウジング21Bには、EGR通路10の排気側通路10Cに接続される流入口23と、EGR通路10の吸気側通路10Dに接続される流出口24とが、上下に離間して直交するように径方向からそれぞれ形成され、これら流入口23と流出口24とは、他側ハウジング21Bの軸方向に形成された弁体収容孔25を介して接続されている。

【0027】他側ハウジング21Bの弁体収容孔25内には、弁体26が軸方向に移動可能に設けられている。この弁体26は、弁体収容孔25内に同軸に挿通された小径棒状の弁軸26Aと、この弁軸26Aの他端側に一体的に形成された弁部26Bと、この弁部26Bの外面に所定のテーパ角をもって一体的に形成されたシート部26Cとから外開き式のポペット弁として構成されている。

【0028】また、弁体26の弁軸26Aは、弁体収容孔25の一侧に嵌装されたガスシール27及び後述のダストカバー43内に図示せぬ微小クリアランスを介して挿通され、シート部26Cは、弁体収容孔25の他側に嵌着された弁座部材28に軸方向他側から当接するようになっている。さらに、弁軸26Aの一端側には、薄肉な円盤状のばね受け部材29が固着され、このばね受け部材29とガスシール27の一端側との間には、弁体26を常時閉弁方向（一侧方向）に所定のばね力で付勢する弁ばね30が配設されている。

【0029】一侧ハウジング21A内にはステッピング

モータ31が収容されており、このステッピングモータ31は、弁体26と同軸に配設されたロータ32と、このロータ32の外周側に上下に離間して設けられた2個のステータ33とからPM型ステッピングモータとして構成されている。

【0030】ロータ32は、その他端側がベアリング34によって回転可能に支持された略筒状のホルダ32Aと、このホルダ32Aの外周側に設けられた筒状の永久磁石32Bとからなり、この永久磁石32Bには、複数の磁極(N極、S極)が周方向に互い違いで着磁されている。そして、ホルダ32Aの内周側にはロータシャフト35が軸方向に移動可能に設けられ、このロータシャフト35の他端側はブッシュ36に挿通されて弁軸26Aの一端側に当接している。即ち、ロータシャフト35は、スパイラル溝を介してロータ32の回転運動を軸方向運動に変換するもので、スプリングピン37によって自転が規制されている。また、ロータシャフト35の略中間部には、小径のばね受け部材38が設けられ、このばね受け部材38とブッシュ36の一端側との間には、ロータシャフト35のねじ部のバックラッシュによるが

【0031】一方、上下に離間してロータ32の外周側に設けられた各ステータ33は、ボビン33Aと、このボビン33Aに巻回された巻線33Bと、ボビン33Aの外側を囲むように半断面略U字状に形成された第1のステータプレート33Cと、この第1のステータプレート33Cの開口部側を略施蓋するように環状に形成された第2のステータプレート33Dとから構成されている。また、各巻線33Bは、それぞれ例えば3個の独立巻線からなり、各ステータ33は位相差90°で組み合わせられている。さらに、これら各ステータ33の間には環状のセンタプレート40が設けられ、このセンタプレート40は、各ステータ33を位置決めすると共に互いの磁気干渉を防止している。そして、各ステータ33の巻線33Bはターミナル41にそれぞれ接続され、これら各ターミナル41は、一側ハウジング21Aに一体的に形成されたコネクタ部42内に延びている。

【0032】そして、このステッピングモータ31は、コントロールユニット12からターミナル41を介してパルス信号が印加されると、所定の通常時速度 $S_n$ 及び所定の通常時トルク $T_n$ をもって、このパルス数に応じた分だけ正逆回転し、この回転力がロータシャフト35によって直線運動に変換されることにより、弁体26が開閉する。より正確には、通常、閉弁時と開弁時とは、通常時の速度及びトルクは異なり、閉弁時の速度の方が速くなっているが、本実施例では、特に区別せず、開弁時も閉弁時も同一の通常時速度 $S_n$ 及びトルク $T_n$ で駆動する場合を例に挙げて説明する。また、図4の特性図に示す如く、このステッピングモータ31は、速度の上昇に応じてトルクが低下する特性を有し、無励磁時に

は所定のディテントトルク $T_d$ を発生させるものである。なお、図4中の $T_d$ はホールディングトルクである。

【0033】なお、清掃時の速度 $S_c$ 及びトルク $T_c$ は、弁体26の弁軸26A表面に付着したオイル分やカーボン等の異物をダストカバー43で掻き落とすのに必要なトルクであって、最小限の時間で清掃処理を終了できるように設定されている。つまり、例えば、カーボン等の付着直後は固化していないため、0.1kg程度の弱いトルクで除去できるが、時間が経過して異物が焼き固まると、0.5kg程度のトルクを要する。従って、清掃時のトルク $T_c$ は、0.5kg程度以上に設定する必要がある反面、トルク $T_c$ を高めるために速度 $S_c$ を低下させると、清掃作業の時間が長くなり、機関の再始動に影響を与える可能性等も考えられる。

【0034】このため、清掃時の速度 $S_c$ 及びトルク $T_c$ は、異物除去に必要な最小限のトルクを目標に設定される(例えば、速度 $S_c=50\sim60\text{pps}$ )。但し、異物除去に要するトルクは、ロータシャフト35の直径寸法等により異なり、また、速度とトルクの具体的関係は、ステッピングモータ31の大きさや駆動方式等によって相違するため、上記各数値は、単なる例示であって、本発明はこれに限定されない。また、トルク-速度特性はある程度の温度依存性を有するので、これを考慮して清掃時の速度 $S_c$ 及びトルク $T_c$ を設定するのがより好ましい。

【0035】ガスシール27の他端側には、弁軸26Aの外周側に位置して略円錐筒状のダストカバー43が設けられている。このダストカバー43は、弁軸26Aに付着した異物を除去してガスシール27内への異物侵入を防止するためのもので、例えばステンレス鋼等の少なくとも耐熱性を備えた材料から弁軸26Aの外径寸法よりも僅かに大きい内径寸法を有する略円錐筒状に形成され、その小径の他端面43Aが弁体26の弁部26B側に対面するようにしてガスシール27の他端側に固着されている。換言すれば、このダストカバー43は、その小径の他端面43Aが弁部26Bに対向するように、逆円錐筒状に形成されている。また、このダストシール43は、排気導入系(排気側通路10C、流入口23、弁体収容孔25、流出口24、吸気側通路10Dからなる)の流路抵抗の増大を防止等すべく、他端面43Aが流出口24の一側近傍にかかる程度に、その高さ寸法が設定されている。ここで、本実施例では、ダストカバー43が「環状部材」を構成するが、ダストカバー43を省略する場合には、ガスシール27が「環状部材」となる。

【0036】なお、プラグ44は、弁体収容孔25を穿設する際に生じた開口部を気液密に施蓋するもので、図示せぬノックピン等によって他側ハウジング21Bに固定されている。ホルダ32Aの一端側と一側ハウジング

21Aの内面側との間に設けられたアッパプレート45は、ホルダ32Aをガイドするガイド板としての役割を果たしている。また、ベアリング34の他端側と中間ハウジング21Cとの間には波形ワッシャ46が設けられ、この波形ワッシャ46は、ベアリング34のアウタレースを軸方向で支持している。さらに、中間ハウジング21Cの外側から径方向外側に突出して形成されたニップル47は、冷却水通路を形成するためのものである。

【0037】次に、図5のフローチャートに基づいて、本実施例による停止処理動作について説明する。

【0038】まず、最初に、ステップ(図中「S」と略記する)1では、イグニッションスイッチ(図中「IGスイッチ」と略す)16の状態を読み込み、次のステップ2では、イグニッションスイッチ16がオフされたか否かを監視する。このステップ2で「YES」と判定したときは、機関が停止した場合のため、ステップ3に移ってステッピングモータ31の駆動トルクを設定する。即ち、このステップ3では、図4中に示す如く、ステッピングモータ31の速度を通常時の速度 $S_N$ から清掃時の速度 $S_C$ に上昇させることにより、トルクを通常時のトルク $T_N$ から清掃時のトルク $T_C$ に増大させる。

【0039】そして、ステップ4では、トルクを増大させた状態で、弁体26を全開位置まで移動させ、続くステップ5では、同様にトルクを増大させた状態で、弁体26を全開位置から全閉位置まで移動させる。この弁体26の往復動作に伴って、弁体26の表面に付着したオイル分やカーボン等の異物が、ダストカバー43により擦り落とされて、除去、清掃される。但し、異物の除去範囲は弁体26のリフト範囲に限られるが、リフト範囲外の弁軸26Aがガスシール27内に入ることはないため、特に不都合はない。なお、後述の通り、図5に示す停止処理中に機関が再始動した場合には、速やかに停止処理は中断され、通常処理部12Aによる通常処理が行われる。

【0040】次に、本実施例の作用について図6の動作説明図を参照しつつ説明する。

【0041】まず、ある時刻 $t_1$ で機関が始動すると、コントロールユニット12の通常制御部12Aは、機関の回転数 $N$ 及び負荷 $T_F$ (詳しくは、基本噴射量 $T_F$ =吸入空気量 $Q$ /回転数 $N$ )に基づいてEGR制御マップから弁開度(EGR率)を読み出し、ある時刻 $t_2$ で機関の運転が停止されるまでの間、通常時の速度 $S_N$ 及び通常時のトルク $T_N$ をもって、EGR制御弁11の弁開度を機関の運転条件に応じてオープンループ制御する。なお、機関の運転条件がEGR制御領域から外れている場合は、EGRは行われない。

【0042】そして、ある時刻 $t_2$ でイグニッションスイッチ16がオフされて機関の運転が停止すると、コントロールユニット12は、通常時の速度 $S_C$ で一旦EGR

R制御弁11を閉弁させ、その後、停止処理部12Bにより、図5と共に上述した停止処理をオープンループで行う。即ち、停止処理部12Bは、時刻 $t_3$ でEGR制御弁11が全閉した後、ステッピングモータ31の速度を通常時の速度 $S_N$ よりも遅い清掃時の速度 $S_C$ に設定することにより、ステッピングモータ31のトルクを清掃時のトルク $T_C$ に高め、この状態で、図7の要部拡大図に示す如く、EGR制御弁11の弁体26を全開位置まで移動させる。

【0043】次に、時刻 $t_4$ で弁体26が全開位置に達すると、停止処理部12Bは、ステッピングモータ31を逆転させ、トルク $T_C$ を増大させた状態で、弁体26を全開位置まで移動させる。これにより、図7に示す如く、弁体26の弁軸26Aに付着したカーボン等の異物DPがダストカバー43の他端面43Aに接触して掻き落とされつつ、弁体26は時刻 $t_5$ で閉弁する。

【0044】一方、停止処理中に、ある時刻 $t_6$ で機関が再始動した場合には、図6中に二点鎖線で示す如く、ステッピングモータ31の速度が通常時の速度 $S_N$ に戻されて、弁体26は速やかに閉弁方向に変位し、時刻 $t_7$ で閉弁する。そして、その後は、図示しないが、通常制御部12Aによる通常制御が行われる。

【0045】このように構成される本実施例によれば、以下の効果を奏する。

【0046】第1に、機関が停止したときには、モータ31のトルクを通常時のトルク $T_N$ よりも増大させた状態で、環状部材たるダストカバー43に挿通された弁体26を、ダストカバー43で異物を除去可能な方向(閉弁方向)に移動させる停止処理部12Bを設ける構成のため、図7に示す如く、機関が停止される毎に、弁体26の弁軸26Aの表面に付着したカーボン等の異物を除去し、清掃することができる。この結果、弁軸26Aに付着した異物がガスシール27内に侵入して噛み込み現象が生じるのを未然に防止することができ、弁体26の円滑な開閉動作を維持することができる。

【0047】第2に、停止処理部12Bは、機関が停止したときに、ステッピングモータ31の駆動速度を通常時の駆動速度 $S_N$ よりも遅くした状態で、弁体26を全開位置から全閉位置まで移動させる構成のため、機関停止時には、容易に、トルクを通常時のトルク $T_N$ よりも増大させて弁体26を往復動作させることができ、これにより異物を除去することができる。

【0048】第3に、停止処理部12Bは、弁体26を全開位置から全閉位置まで移動させている停止処理中に機関が再始動したときには、通常時の速度 $S_N$ をもって弁体26を閉弁させる構成のため、停止処理による清掃作業が機関の再始動に影響を与えることがなく、使い勝手が向上する。

【0049】第4に、EGR制御弁11を、ハウジング21と、このハウジング21内に軸方向に移動可能に設

けられた弁体26と、ハウジング21の一側に設けられ、弁体26を軸方向に移動させることにより弁座部材28に離着座させるステッピングモータ31と、弁体26の外周側に近接して外嵌された略円錐筒状のダストカバー43とを有して構成したため、機関停止後に高いトルク $T_c$ をもって弁体26を往復動作させることにより、弁軸26Aに付着した異物をダストカバー43によって効果的に擦り落とすことができる。

【0050】第5に、本実施例では、ダストカバー43を略円錐筒状に形成すると共に、小径の他端面43Aを弁体26の弁部26Bに対面させる構成のため、異物が他端面43Aに接触したときに生じる応力を大径の一端面側に分散させて、確実に異物を掻き落とすことができ、ダストカバー43の耐久性等を向上できる。

【0051】次に、図8～図12に基づいて本発明の第2の実施例を説明する。なお、本実施例では、上述した第1の実施例と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。本実施例の特徴は、弁体の清掃作業終了後に、弁体を完全に閉弁させず、所定の小開度で保持する点にある。

【0052】即ち、図8は、本実施例によるEGR制御装置の全体構成を示す説明図であって、本実施例のコントロールユニット51も第1の実施例で述べたコントロールユニット12と同様に、マイクロコンピュータシステムとして構成され、その内部機能として、図示せぬEGR制御マップに基づく通常制御部51Aと、「停止処理手段」としての停止処理部51Bとを備えている。しかし、本実施例の停止処理部51Bは、後述の通り、機関停止後の清掃作業を完了した後に、EGR制御弁11の弁開度を所定の小開度に保持する点で、前記実施例と相違する。

【0053】次に、図9のフローチャートを参照して本実施例の停止処理を説明すると、ステップ11～15は、図5と共に説明したステップ1～5と同様の処理を行うもので、ステップ11でイグニッションスイッチ16を読み込んだ後、ステップ12ではイグニッションスイッチ16がオフされているか否かを判定し、次のステップ13では、ステッピングモータ31の速度を通常時の速度 $S_n$ から清掃時の速度 $S_c$ に上昇させる。

【0054】これにより、ステッピングモータ31のトルクは、通常時のトルク $T_n$ から清掃時のトルク $T_c$ に増大し、この状態で、ステップ14では弁体26を全開位置まで移動させ、次のステップ15では弁体26を全閉位置まで移動させる。この結果、第1の実施例で述べたと同様に、図11に示す如く、弁軸26Aに付着した異物DPは、ダストカバー43の他端面43Aに接触して掻き落とされ、弁軸26Aの清掃作業が自動的に行われる。

【0055】そして、ステップ16では、全閉位置にある弁体26を僅かに開弁させて停止させ、所定の小開度

を保持した後、ステッピングモータ31への通電を停止してプログラムを終了する。なお、その後に機関が再始動した場合は、一度、弁体26を全閉位置に移動させてから通常時のEGR制御を行うのが位置情報の初期化等の関係上好ましい。しかし、仮に、弁体26を小開度 $\theta$ で僅かに開弁させたまま通常時のEGR制御を開始しても、弁開度 $\theta$ は微小なため、機関の再始動に与える影響は殆どない。

【0056】また、本実施例では、清掃時の速度 $S_c$ 及び $T_c$ をもって、弁体26を僅かに開弁させる場合を例示したが、これに限らず、通常時の速度 $S_n$ 及び $T_n$ で僅かに開弁させてもよい。但し、清掃時の速度 $S_c$ 等で開弁させる場合は、ステッピングモータ31の速度を切替える必要がない分だけ、制御構造を簡素化できる。

【0057】次に、本実施例の作用について図10の動作説明図を参照しつつ説明すると、まず、時刻 $t_1$ で機関が始動してから時刻 $t_2$ で機関が停止するまでは通常制御部51Aによる通常時のEGR制御が行われ、EGR制御弁11が時刻 $t_3$ で閉弁した後に、清掃時の速度 $S_c$ 及びトルク $T_c$ をもって全開位置から全閉位置まで往復動作させる点は、第1の実施例と同様である。

【0058】しかし、本実施例では、時刻 $t_3$ で弁体26が全閉位置に達した後、ステッピングモータ31を僅かに逆転させて弁体26を開弁方向に移動させ、所定の小開度 $\theta$ を保持した状態で処理を終了する。より詳しくは、時刻 $t_3$ で弁体26が全閉位置に達した後、停止処理部51Bは、ステッピングモータ31を例えば3ステップ程度（ここにいう「ステップ」とはパルス数のことである）だけ逆転させて、弁体26を全閉位置から引き離し、図11に示す如く、所定の小開度 $\theta$ で僅かに開弁した状態を生成する。ここで、この所定の小開度 $\theta$ は、弁体26のシート部26Cがオイル分やカーボン等の粘着成分によって弁座部材28に接着されてしまうのを予防するのに必要最低限な開度として設定するのが好ましいため、前記3ステップに限定されず、例えば1～10ステップ等の適宜な値を採用することができる。

【0059】そして、所定の小開度 $\theta$ で弁体26を僅かに開弁させた後、停止処理部51Bは、ステッピングモータ31への通電を停止して処理を終了するが、この通電停止後に、弁ばね30のばね力によって弁体26が全閉位置に復帰したのでは、弁体26が弁座部材28にはり付くのを防止できない。そこで、本実施例では、ステッピングモータ31が無励磁状態で発生させるディテントトルク $T_d$ を利用して、通電停止後に弁体26の開度を小開度 $\theta$ に保持している。

【0060】即ち、図12の特性図に示す如く、弁ばね30のばね力と弁ばね30によって生じる閉弁方向のトルク $T_s$ とは比例関係にあり、このトルク $T_s$ に対して、ステッピングモータ31のディテントトルク $T_d$ （永久磁石32Bによって生じる保持力）と、ベアリング34

の起動トルク $T_0$ （より詳しくは、ベアリング34の摩擦力による保持力と、その他の各可動部分で生じる摩擦力との合計値）とが対抗している。

【0061】従って、下記数1に示す如く、ディテントトルク $T_0$ と起動トルク $T_0$ との合計値 $T_1$ が、例えば100g程度に設定された弁ばね30のばね力によって生じる閉弁方向のトルク $T_s$ を上回れば、ステッピングモータ31への通電を停止しても弁体26の開度は小開度 $\theta$ に保持され、この閉弁方向のトルクの合計値 $T_1$ と閉弁方向のトルク $T_s$ との差分が弁体26の保持力となる。

【0062】

【数1】 $T_1 = T_0 + T_0 > T_s$

また、ディテントトルク $T_0$ は下記数2によって、閉弁方向のトルク $T_s$ は下記数3によって示される。

【0063】

【数2】 $T_0 = (1/2) \cdot (B_g^2 / \mu_0) \cdot g \cdot A_g \cdot P$

但し、 $B_g$ ：空隙の磁束密度

$\mu_0$ ：空隙の透磁率

$g$ ：空隙長

$A_g$ ：1極あたりの磁極断面積

$P$ ：極対数

【0064】

【数3】 $T_s = (L/2\pi) \cdot \eta_z \cdot F$

$\eta_z = (\tan \theta - \mu) / (\tan \theta (1 + \mu \tan \theta))$

但し、 $L$ ：直線運動への変換ねじのピッチ

$F$ ：弁ばね30のばね力

$\theta$ ：変換ねじのリード角

$\mu$ ：摩擦係数

このように構成される本実施例も、上述した第1の実施例と同様の効果を得ることができる。これに加えて本実施例では、以下の効果を奏する。

【0065】第1に、停止処理部51Bは、機関が停止したときに、ステッピングモータ31の駆動速度を通常時の駆動速度 $S_0$ よりも遅くした状態で、弁体26を全開位置から全閉位置まで移動させた後、所定の小開度 $\theta$ をもって停止させる構成としたため、弁軸26Aに付着した異物をダストカバー43によって擦り落とすことができる上に、シート部26Cに付着した異物によって弁体26が弁座部材28に接着されてしまうのを確実に防止することができる。

【0066】この結果、弁体26と弁座部材28との「はり付き現象」を未然に防止して、EGR制御弁11の円滑な開閉動作を維持することができる。換言すれば、従来技術のように、機関停止後に弁体26を全閉させる場合は、弁体26と弁座部材28とがはり付いてしまうため、この接着力に抗して弁体26を開弁させる必要がある。従って、従来技術では、「はり付き現象」に備えてステッピングモータ31のトルクを増大させる必要があるが、これには例えば1.5kg程度の強いトルクが必要となるため、ステッピングモータ31が大型化

し、取付自由度等が低下する。これに対し、本実施例では、機関停止後に弁体26を僅かに開弁させるため、本質的に「はり付き現象」を生じることがなく、何ら機械的構成に修正を加えずに、低コストでEGR制御を安定化することができる。

【0067】さらに、換言すれば、通常、EGR制御弁11に限らず、およそ全ての制御弁は、その駆動力（例えば電流、圧力等）が失われたときに、全閉させるか又は全開させるのが、従来の一般的な技術常識であり、たとえ駆動中に中間開度や小さい開度を経ることがあっても、本発明の如く、駆動力喪失時に「実質的な閉弁状態ではあるが全閉状態ではない小開度 $\theta$ 」という特異な開度に設定するという思想、視点を全く欠いていた。従って、従来技術では、上述の如く、はり付き現象を防止するために、シート部26Cのテーパ角調整やステッピングモータ31の駆動力増強という直接的で機械的な解決手段に訴えることが多いが、これでは、コストが増大し、使い勝手（例えば、モータの取付の自由度や流量特性の設定の自由度等）が低下する。これに対し、本発明は、「駆動力喪失時にはEGR制御弁11を全閉又は全開させるべき」との従来の一般的固定観念を打破し、これにより、低コストながらも本質的にはり付き現象を解決している。

【0068】第2に、弁体26を弁座部材28から引き離して停止させるため、機関停止後の温度低下によって弁座部材28が収縮しても、これにより弁体26の弁部26Bが噛み込まれることがない。従って、シート部26Cのテーパ角を小さくして鈍角とする必要がないため、テーパ角に自由度を持たせて、適切なEGR流量特性を実現することができる。つまり、テーパ角を鋭角とすれば、1ステップ信号当たりの流路面積の変化を小さくできるため、適切なEGR流量特性を容易に実現することができる。

【0069】第3に、本実施例では、ステッピングモータ31が無励磁状態で発するディテントトルク $T_0$ を利用して小開度 $\theta$ を維持する構成のため、バッテリー電力を消費することなく、弁体26を弁座部材28から引き離しておくことができる。

【0070】第4に、本実施例では、ステッピングモータ31のディテントトルク $T_0$ のみならず、各可動部分の摩擦力を含んだ意味でのベアリング34の起動トルク $T_0$ を利用して、弁体26を所定の小開度 $\theta$ に保持する構成のため、必要以上にステッピングモータ31を大型化、高コスト化することなく、弁体26を小開度 $\theta$ に保持する構成を最適化できる。

【0071】即ち、図4及び図12に示す如く、ディテントトルク $T_0$ は小さいため、このディテントトルク $T_0$ のみに依存して小開度 $\theta$ を保持しようとする場合には、高価な材料を用いて永久磁石32Bの磁力を著しく増したり、ステッピングモータ31自体を大型化する等の必



要がある。これに対し、本実施例では、弁体26の駆動メカニズムを総合的に検討し、起動トルク $T_0$ をも利用しているため、ディテントトルク $T_D$ を大きくする必要がなく、簡易かつ低コストに小開度 $\theta$ を保持することができる。

【0072】従って、本実施例を「停止処理手段51Bは、機関を停止したときに、ステッピングモータ31のトルクを増大させた状態で、弁体26を環状部材43で異物を除去可能な方向に移動させた後、所定の小開度 $\theta$ をもって停止させ、ステッピングモータ31への通電を停止した状態で、ステッピングモータ31のディテントトルク $T_D$ 及び各可動部分における起動トルク $T_0$ によって、この小開度 $\theta$ を保持することを特徴とする内燃機関の排気還流制御装置」として把握することも可能である。

【0073】なお、前記各実施例では、機関停止後に、弁体26を遅い清掃時の速度 $S_c$ で往復させる場合を例示したが、外開き式の場合には、主として弁体26が閉弁方向に移動する際にダストカバー43の他端面43Aで異物を擦り落とすため、図13の変形例に示す如く、閉弁方向のみ遅い速度 $S_c$ で移動させ、開弁方向には通常時の速度 $S_n$ で移動させてもよい（内開き式の場合は、これとは逆に、開弁方向のみを遅くすればよい）。

【0074】また、前記各実施例では、弁体26を1回だけ往復動作させる場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば機関再始動時に与える影響等を考慮しつつ、複数回移動させてもよい。

【0075】さらに、EGR制御弁11の駆動源としては、制御の容易性、無励磁状態におけるディテントトルク $T_D$ の利用、トルク変更の容易性、製造コスト等を考慮すると、永久磁石を用いたPM型のステッピングモータ31が好ましいが、これに限らず、トルク変更が可能なモータであればよく、例えばハイブリッド型ステッピングモータ等を用いてもよい。

【0076】従って、第2の実施例を「停止処理手段51Bは、機関を停止したときに、モータ31のトルクを増大させた状態で、弁体26を環状部材43で異物を除去可能な方向に移動させた後、所定の小開度 $\theta$ をもって停止させることを特徴とする内燃機関の排気還流制御装置」として把握することもできる。このように把握した場合は、必ずしもディテントトルク $T_D$ を利用できるとは限らないので、弁体26の小開度 $\theta$ を保持するために、多少の通電を要する可能性があり、電力消費の面での効果を十分得られない。しかし、この場合でも、低消費電力型モータの採用、太陽光発電装置や大容量電池等の副次的電力供給手段の採用等によって、機関停止後に、比較的低いエネルギー消費で弁体26を小開度 $\theta$ に維持することが可能となる。

【0077】また、前記各実施例では、環状部材としてのダストカバー43で異物を掻き落とす場合を例に挙げ

て説明したが、ダストカバー43を廃止し、環状部材としてのガスシール27の他端面で異物を除去してもよい。

【0078】さらに、前記各実施例では、いわゆる外開き式のEGR制御弁11を例示したが、これに限らず、内開き式のEGR制御弁にも容易に適用できる。

【0079】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明に係る内燃機関の排気還流制御装置によれば、機関停止後に、モータのトルクを増大させて、環状部材で異物を除去できる方向に弁体を移動させる構成としたため、弁体に付着した異物を機関停止の度毎に自動的に除去することができ、「噛み込み現象」を未然に防止して、円滑な開閉動作を維持することができる。

【0080】また、ステッピングモータの駆動速度を通常時よりも遅くした状態で、弁体を全開位置から全閉位置まで移動させる構成としたため、駆動速度を遅くすることによって容易にトルクを増大させることができ、このトルクが増大した状態で弁体表面の清掃を行うことができる。

【0081】さらに、ステッピングモータの駆動速度を通常時よりも遅くした状態で、弁体を全開位置から全閉位置まで移動させた後、所定の小開度をもって停止させる構成としたため、弁体の表面（弁軸の表面）に付着した異物を除去できると共に、弁体先端のシート部に付着した異物によって、弁体と弁座とが接着状態になるのを未然に防止することができる上に、テーパ角に自由度を持たせて適切な流量特性を容易に得ることができる。

【0082】また、弁体を全開位置から全閉位置まで移動させている間に機関が再始動したときには、通常時におけるステッピングモータの駆動速度をもって弁体を全閉させる構成としたため、弁体の清掃を行いつつも、この清掃作業が機関の再始動に影響を与えることがなく、使い勝手が向上する。

【0083】さらに、ハウジングと、このハウジング内に軸方向に移動可能に設けられた弁体と、ハウジングに一侧に設けられ、弁体を軸方向に移動させることにより弁座に離着座させるステッピングモータと、弁体の外周側に近接して外嵌された略円錐筒状のダストカバーとを有する排気還流制御弁を用いる構成としたため、略円錐筒状のダストカバーによって弁体表面に付着した異物を効率的に掻き落とすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る内燃機関の排気還流制御装置の全体構成を示す構成説明図である。

【図2】閉弁状態の排気還流制御弁を拡大して示す断面図である。

【図3】開弁状態の排気還流制御弁を拡大して示す図2と同様の断面図である。

【図4】ステッピングモータの速度とトルクとの関係を

示す特性図である。

【図5】停止処理を示すフローチャートである。

【図6】弁体の動作を示す動作説明図である。

【図7】排気還流制御弁の弁体等を拡大して示す断面図である。

【図8】本発明の第2の実施例に係る内燃機関の排気還流制御装置の全体構成を示す構成説明図である。

【図9】停止処理を示すフローチャートである。

【図10】弁体の動作を示す動作説明図である。

【図11】小開度で開弁した状態における排気還流制御弁の要部拡大図である。

【図12】弁ばねのばね力と閉弁方向のトルク等との関係を示す特性図である。

【図13】本発明の変形例に係る内燃機関の排気還流制御装置の動作説明図である。

\* 【符号の説明】

5…吸気通路

6…排気通路

10…EGR通路（排気還流通路）

11…EGR制御弁（排気還流制御弁）

12, 51…コントロールユニット（排気還流制御手段）

12A, 51A…通常制御部

12B, 51B…停止処理部（停止処理手段）

21…ハウジング

26…弁体

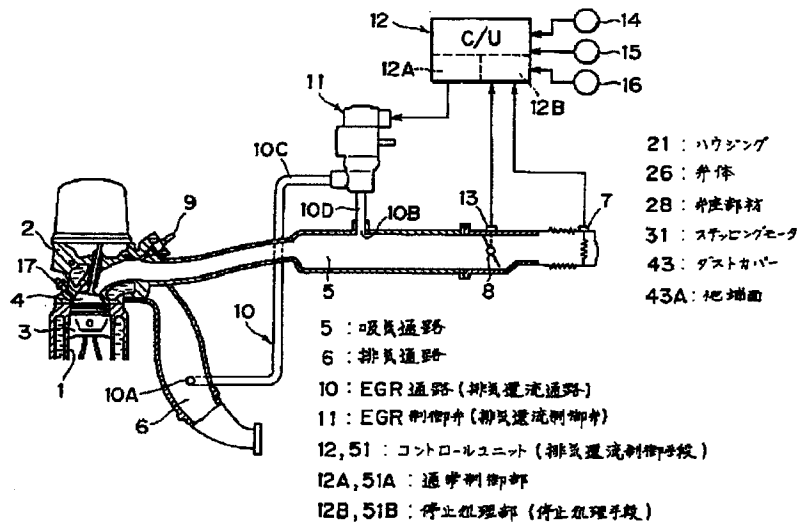
28…弁座部材

31…ステッピングモータ

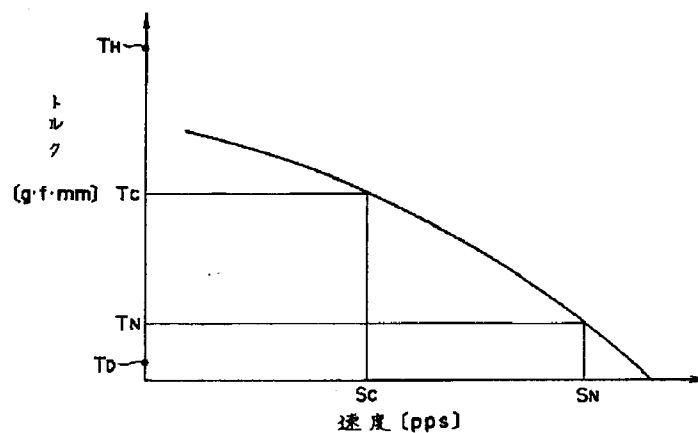
43…ダストカバー

\* 43A…他端面

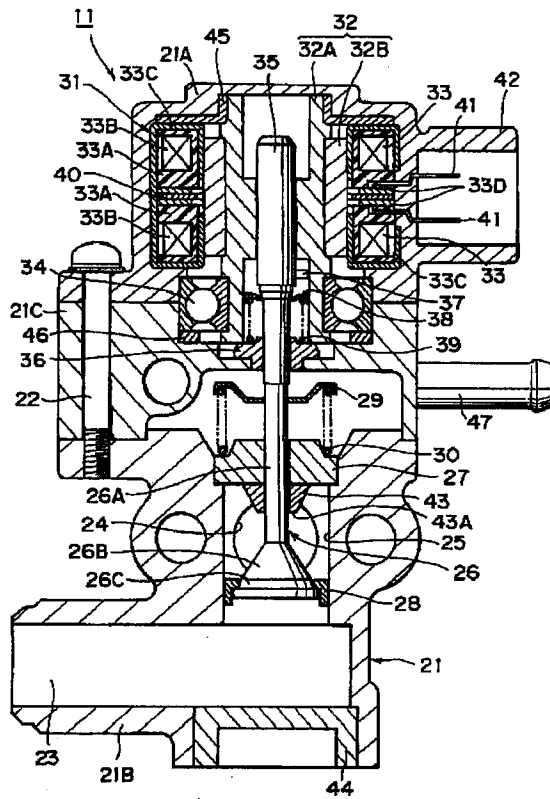
【図1】



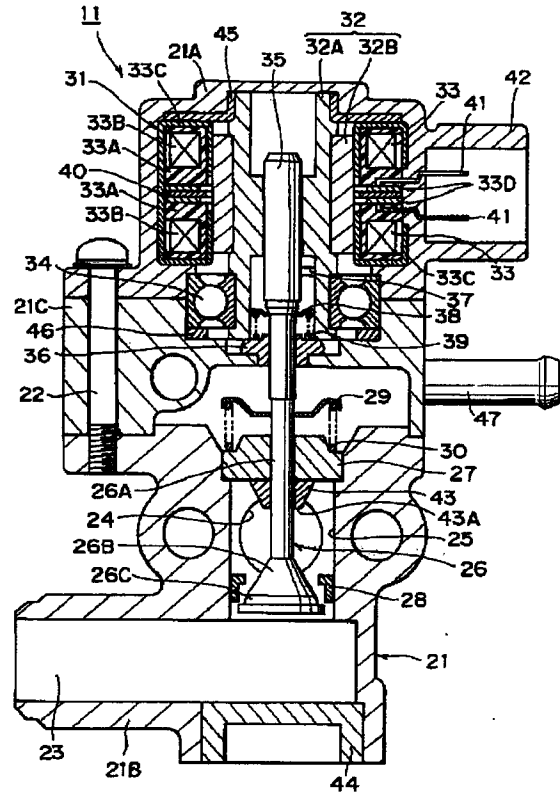
【図4】



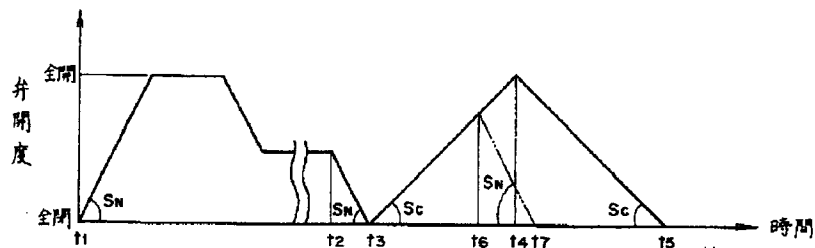
【図2】



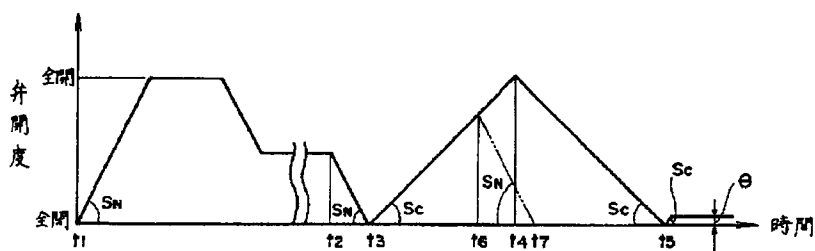
【図3】



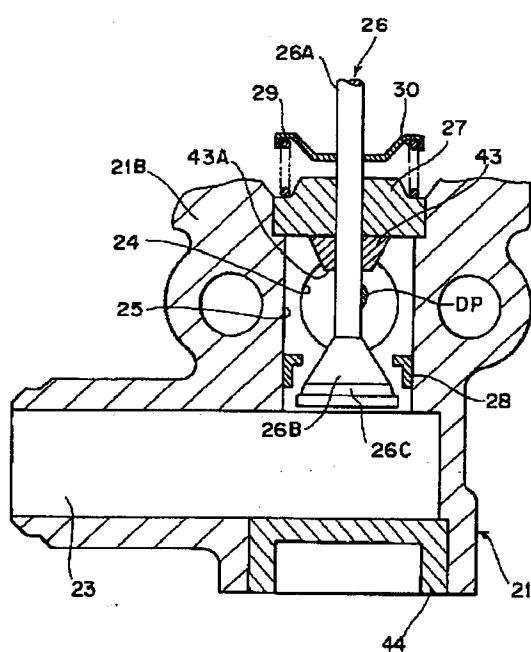
【図6】



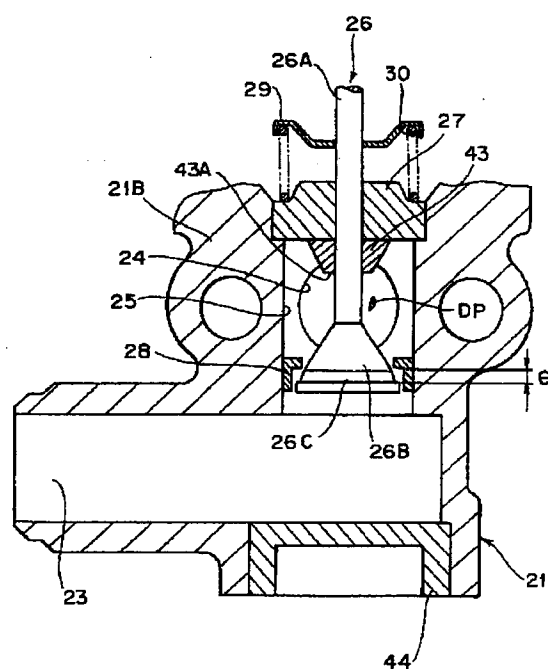
【図10】



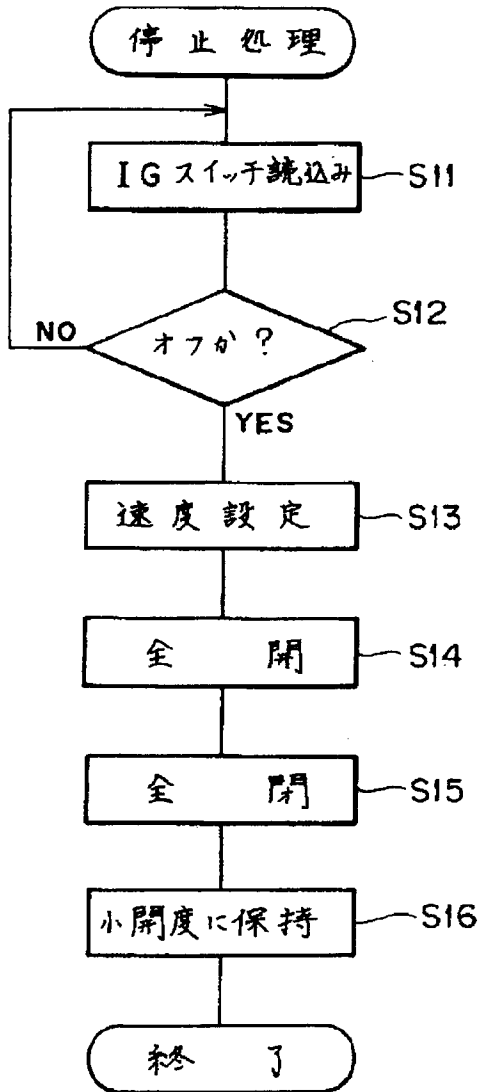
【图7】



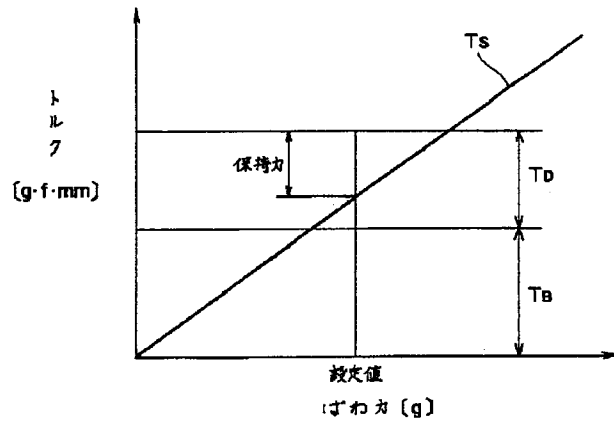
【图 1-1】



【図9】



【図12】



【図13】

